

IAP20 RECEIVED 16 DEC 2005

Ultraschall-Stehwellen-ZerstäuberanordnungBeschreibung

Die Erfindung betrifft eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung zur Erzeugung eines Lack-Sprühnebels zum Lackieren eines Werkstückes mit einer Sonotrode, mit einem der Sonotrode gegenüberliegend angeordneten, als Reflektor dienenden Bauteil, wobei sich beim Betrieb im Zwischenraum zwischen der Sonotrode und dem Bauteil ein stehendes Ultraschallfeld ausbildet, und mit wenigstens einer Lackzufuhrvorrichtung, welche den Lack an wenigstens einer Lackaustrittsstelle in diesen Zwischenraum für den Zerstäubungsvorgang einbringt.

Für das Lackieren von Werkstücken, beispielsweise bei Lackiervorgängen in der Automobilindustrie, werden derzeit insbesondere die allgemein bekannten Hochrotationszerstäuber eingesetzt. Bei dieser Zerstäubungsart wird der Lack zunächst auf die Innenseite einer Metallglocke geleitet, die durch eine Druckluftturbine angetrieben wird und derart mit bis zu 80.000 Umdrehungen pro Minute rotiert. Derart gelangt der Lack auf die zum Werkstück weisende Frontseite der Metallglocke und reißt aufgrund der dort wirkenden Fliehkräfte an der Glockenkante zu feinen Tröpfchen ab. Auf diese Weise wird seither eine Tröpfchengröße des Lacksprühnebels im Bereich von  $10\text{ }\mu\text{m}$  bis  $60\text{ }\mu\text{m}$  erreicht, was für den Lackiervorgang eine ausreichende Qualität darstellt.

Allgemein bekannte grundsätzliche Überlegungen befassen sich damit, ob Lack auch mittels einer Ultraschall-Stehwellen-Zerstäubung prinzipiell zerstäubt werden kann. Bei Versuchen, die diesen prinzipiellen Erwägungen folgen, wurden jedoch bei der Zerstäubung durchschnittliche Tropfengrößen zwischen  $100\text{ }\mu\text{m}$  und  $200\text{ }\mu\text{m}$  gemessen, wobei im Einzelfall auch noch größere Tropfen erzeugt werden. Solch große Tropfen beeinflussen die Qualität der Lackschicht derart negativ, dass ein Einsatz in der Lackiertechnik unzumutbar ist.

Ferner ist eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung aus der DE 10245326.8 (Mp.-Nr. 02/625) sowie der DE 10245324.1 (Mp.-Nr. 02/626) bekannt, zur Erzeugung eines Lacksprühnebels, dessen Lackpartikel genügend klein sind, um einen qualitativ ausreichenden Lackauftrag auf dem zu lackierenden Werkstück zu erzeugen. Hierfür sind bestimmte Gestaltungen der Lackzuführeinrichtung, der Sonotrode und an dem Bauteil vorgesehen.

Nachteilig bei diesen Anordnungen ist aber, dass die Bauteile der Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung, insbesondere die Sonotrode und das Bauteil, aufgrund der vergleichsweise kompakten Anordnung vergleichsweise schnell infolge der Benetzung von zerstäubten Lackpartikeln verschmutzt werden. Dementsprechend müssen die derart verschmutzten Bauteile in entsprechenden Zeitabständen gereinigt werden. Dies verursacht einen nicht unerheblichen Zeitaufwand und damit verbunden auch Kostenaufwand.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, welche eine geringere Anfälligkeit zur Verunreinigung der Bauteile, insbesondere der Sonotrode und des Bauteils, durch zerstäubte Lackpartikel aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Demnach ist bei der eingangs genannten Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung eine Luftversorgungsvorrichtung vorhanden, die mit wenigstens einer Luftverteilungsvorrichtung zusammenarbeitet. Die Luftverteilungsvorrichtung hat eine Anzahl von Ausnehmungen, die zum Ausblasen von Luft dienen. Dabei sind die Ausnehmungen so angeordnet, dass zwischen der wenigstens einen Lackaustrittsstelle einerseits und der Sonotrode sowie dem als Reflektor dienenden Bauteil andererseits jeweils wenigstens ein Bereich mit einer Sperr-Luftströmung ausgebildet ist, wobei die Sperr-Luftströmung eine Benetzung der Sonotrode bzw. des Bauteils mit Lack weitestgehend verhindert.

Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung als kastenförmiger Hohlkörper oder als entsprechendes Rohrstück ausgebildet. Hierbei sind in weiterer Verbesserung der Erfindung zwei Luftverteilungsvorrichtungen vorgesehen, durch die sich zwei voneinander unabhängige Sperr-Luftströmungen ausbilden können.

In erfindungsgemäßer Weiterbildung sind die Ausnehmungen in der Luftverteilungsvorrichtung als Runddüsen ausgestaltet. Hierbei erweist es sich als weiterer Vorteil der Erfindung, dass die Ausnehmung jeder Luftverteilungsvorrichtung jeweils in wenigstens einer Reihe entlang einer Geraden angeordnet sind, die parallel zu den von den Stirnseiten der Sonotrode und des als Reflektor dienenden Bauteils gebildeten Ebene verlaufen. Vorzugsweise sind die Ausnehmungen in einer betrachteten Reihe mit gleichen Abständen zueinander angeordnet, wobei ein zusätzlicher Vorteil darin besteht, dass die aus den Ausnehmungen jeder Reihe austretende Luft eines Sperr-Luftströmung bildet.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung von der wenigstens einen Lackaustrittsstelle sowie von der Sonotrode beziehungsweise von dem Bauteil einen solchen Abstand hat, dass die zur Vermeidung der Benetzung erforderliche Stärke der Luftströmung gegeben ist, wobei die Stärke empirisch zu ermitteln ist.

In Weiterbildung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, dass die Ausnehmungen für den Luftaustritt einer Luftverteilungsvorrichtung entlang wenigstens zweier gedachter Geraden angeordnet sind, wobei vorzugsweise die wenigstens zwei Geraden auch zueinander parallel verlaufen. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, die Ausnehmungen der einen Reihe in Bezug auf die Ausnehmungen der benachbarten Reihe versetzt anzuordnen.

Gemäß einer alternativen beziehungsweise zusätzlichen Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Ausnehmungen an einer Luftverteilungsvorrichtung entlang zweier Geraden angeordnet sind, wobei die wenigstens zwei Geraden parallel zueinander verlaufen und die durch die jeweiligen Reihen verursachten Sperr-Luftström-

ungen in festem oder variablen Winkel zueinander gerichtet sind, so dass die Gesamtstärke der durch die einzelnen Sperr-Luftströmung gebildeten Gesamtsperlluftströmungen, insbesondere im Zwischenraum vergleichsweise klein ist.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausgestaltung sieht vor, dass die Luftverteilungsvorrichtung zwecks Beeinflussung der Form des Lacksprühkegels des zerstäubten Lackes verschiebbar und / oder schwenkbar ausgebildet ist, das heißt insbesondere schwenkbar um eine Schwenkachse, welche zu einer der Geraden parallel verläuft.

Die erfindungsgemäße Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung kann gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante wenigstens eine Lenkluft- Verteilungsvorrichtung aufweisen, die mit der wenigstens einen Luftversorgungsvorrichtung zusammenarbeitet, wobei die Lenkluft-Verteilungsvorrichtung eine Anzahl von Öffnungen hat, die zum gerichteten Ausblasen von Luft dienen. Die ausgeblasene Luft dient hierbei zur Beeinflussung der Form des zerstäubten Lackes und bildet so wenigstens einen Bereich mit Lenkluftströmung.

Dementsprechend kann die wenigstens eine Lenkluft-Verteilungsvorrichtung als kastenförmiger Hohlkörper oder als entsprechendes Rohrstück ausgebildet sein. Hierbei sind die Öffnungen für die Luft vorteilhafterweise ebenfalls als Runddüsen ausgestaltet, wobei der wenigstens eine Bereich der Lenkluftströmung durch eine entsprechende Anordnung der Öffnung in etwa quaderförmig oder in etwa fächerförmig ausgebildet ist.

Eine weitere bevorzugte Variante der Erfindung sieht vor, dass die Öffnung der Lenkluft-Verteilungsvorrichtung entlang wenigstens einer Geraden angeordnet sind, wobei diese Gerade parallel zu einer weiteren Geraden verläuft, in welcher Ausnehmung einer der Lenkluft-Verteilungsvorrichtung zugeordneten Luftverteilungsvorrichtung angeordnet sind. Vorzugsweise können die Öffnungen versetzt zu den Ausnehmungen angeordnet sein. Auch die Ausnehmungen sind vorzugsweise düsenförmig ausgebildet.

Vorteilhafterweise bilden gemäß der Erfindung die Bereiche der Lenkluftströme, gegebenenfalls auch in Kombination mit den Bereichen von Sperrluftströmen, eine den zerstäubten Lack umfassende tunnelartige Luftströmung. Hierbei erweist es sich als

günstig, dass die wenigstens eine Lenkluftverteilungsvorrichtung zwecks Beeinflussung der Form des Lacksprühkegels verschiebbar und/oder schwenkbar ausgebildet ist, wobei sie in einer besonderen Ausführungsform schwenkbar um die Längsachse der jeweiligen Lenkluft-Verteilungsvorrichtung angeordnet ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung und/oder die wenigstens eine Lenkluft-Verteilungseinrichtung jeweils in wenigstens zwei Segmentelemente unterteilt sind, wobei jedes Segmentelement wenigstens eine, vorzugsweise düsenförmige Ausnehmung beziehungsweise einen Durchlass aufweist und die Ausblasrichtung der Luft für jedes Segmentelement einer Luftverteilungseinrichtung beziehungsweise einer Lenkluft-Verteilungseinrichtung jeweils separat einstellbar ist. Die Einstellung erfolgt vorzugsweise durch Verschwenken der Düse, wodurch eine dem jeweiligen Bedarf angepasste Form des Lacksprühkegels ermöglicht ist.

Ferner weist die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung beziehungsweise die wenigstens eine Lenkluft-Verteilungseinrichtung ein Sperrelement auf, welches in vorteilhafter Weiterbildung mit wenigstens einer Ausnehmung beziehungsweise einem Durchlass versehen ist und zur Einstellung der Ausblasstärke der Luftströmung dient, indem es die Ausnehmung beziehungsweise den Durchlass sperrt oder ganz beziehungsweise teilweise freigibt. Gemäß einer Ausführungsform ist das Sperrelement als Drehsperre ausgestaltet.

Ebenso kann die wenigstens eine Lenkluftverteilungsvorrichtung ein Lenkluft-Verteilerelement aufweisen, welches in einem Halteelement schwenkbar gelagert ist. Dabei können wenigstens zwei verschiedene Anordnungen von Durchbrüchen auf dem Lenkluftverteiler angeordnet sein, wobei in jeder Anordnung der Durchbrüche ein Bereich mit einer Lenkluftströmung ausgebildet ist und je nach Schwenkstellung des Lenkluft-Verteilerelements eine Anordnung zum Ausblasen von Luft freigegeben beziehungsweise verschlossen ist.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Halteelement um die Drehachse des Lenkluftverteilelements schwenkbar ist. Hierbei kann das Halteelement

eine Durchlassstelle aufweisen, innerhalb der eine vorgegebene Anordnung von Durchbrüchen zur Einstellung der Austrittsquerschnitte verstellbar ist.

Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung besitzt ein erstes Verteilerelement, das mit der Luftversorgungsvorrichtung zusammenarbeitet, wobei das erste Verteilerelement die Sonotrode oder/und das Bauteil umgreift. Ferner sind an dem Verteilerelement erste Durchlässe angeordnet, durch welche Luft gerichtet ausströmen kann, wobei die gerichtete Luftströmung zur Ausbildung eines Luftpolsters zwischen der zum Zwischenraum weisenden Stirnfläche der Sonotrode beziehungsweise des Bauteils und der wenigstens einen Lackaustrittsstelle dient.

Entsprechend einer alternativen Weiterbildung der Erfindung erweist es sich als günstig, dass das Bauteil und/oder die Sonotrode mit der Luftversorgungsvorrichtung zusammenarbeiten, wobei an dem Bauteil beziehungsweise an der Sonotrode zweite Durchlässe angeordnet sind, durch welche Luft gerichtet ausströmt. Auch hierbei dient die gerichtet Luftströmung jeweils zur Ausbildung eines Luftpolsters zwischen der zum Zwischenraum weisenden Stirnfläche des Bauteils beziehungsweise der Sonotrode einerseits und der wenigstens einen Lackaustrittsstelle andererseits.

Um das Ausbringverhalten der erfindungsgemäßen Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung weiter zu verbessern, kann die Luftführung des ersten Verteilerelementes an der Sonotrode oder/und am Bauteil in Segmente unterteilt sein, wobei deren Versorgung mit Luft jeweils separat vorgesehen ist.

In weiterer Ausgestaltung kann ferner ein zweites Verteilerelement auf der der Sprührichtung des zerstäubten Lackes gegenüberliegenden Seite des Zwischenraumes angeordnet sein. Dieses zweite Verteilerelement dient zur Erzeugung einer Luftströmung, die den zerstäubten Lack im Nahbereich der wenigstens einen Lackaustrittsstelle vollständig umschließt und wenigstens teilweise mitträgt. Vorteilhafterweise ist mittels der Anordnung und Ausrichtung von Durchbrüchen das Profil der Luftströmung auf der, der wenigstens einen Lackaustrittsstelle zugewandten Seite des zweiten Verteilerelements vorbestimmbar. So kann durch die Anordnung und Ausrichtung der Durchbrüche der Luftströ-

mung ein Drall um die Längsrichtung der Sprührichtung aufgeprägt werden, durch welchen Drall das Profil des Lacksprühkegels präzise einstellbar ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung sind die jeweils vorgesehenen Luftverteiler, insbesondere die Lenkluftverteiler, in sogenannten Magazinen angeordnet, welche über einen ausreichenden Öffnungsquerschnitt verfügen, so dass nur die jeweils zum Betrieb vorgesehene Düsenreihe, das sind die in Reihe angeordneten Durchbrüche, frei sind, während die nicht vorgesehenen Durchbrüche verschlossen, das heißt, abgedeckt sind.

Eine weitere bevorzugte Gestaltungsvariante sieht vor, dass im Nahbereich der wenigstens einen Lackaustrittsstelle jeweils die freien Enden von Rohrstücken angeordnet sind, wobei durch jedes Rohrstück Luft gerichtet ausströmt, welche ausströmende Luft eine Rekombination von verschiedenen Lacklamellen des zerstäubten Lacks weitestgehend verhindert.

Ebenso kann es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung günstig sein, dass zusätzlich zu den bereits beschriebenen Luftverteilungskomponenten weitere für die Luftverteilung vorgesehene Bauteile in Lacksprührichtung stromabwärts unterhalb des Zwischenraumes angeordnet sind, und dass die aus den Luftverteilungselementen ausströmende Luft der Sprühkegel des zerstäubten Lackes räumlich nach der Zerstäubungsphase im Zwischenraum nachformt und bedarfsweise die Lackpartikel beschleunigt.

Bei einer weiteren Alternative zur Gestaltung des erfindungsgemäßen Ultraschall-Stehwellen-Zerstäubers sind der Randbereich der Sonotrode einerseits und die Stirnseite des Reflektors andererseits mit Luftaustrittsdüsen versehen, durch welche Luft gerichtet ausströmt und den dazwischen befindlichen Lacksprühkegel beaufschlagt. Vorzugsweise kann an Stelle eines mit Düsen bestückten Randbereiches der Sonotrode auch ein entsprechend gestalteter Ring vorgesehen sein, der auf die Sonotrode aufgeschoben beziehungsweise an die Sonotrode angesetzt wird.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung sind zusätzlich zu den in der Ebene der Stirnflächen der Sonotrode

und des Reflektorbauteils angeordnete Luft- und Lenkluftverteiler weitere Luftströmungsblöcke vorgesehen, welche die seitlichen Flanken zwischen den Stirnflächen der Sonotrode und des Reflektorbauteils mit gerichtet ausströmender Luft überdecken. Hierdurch kann eine exakte Geometrie des aus der Lackzufuhrvorrichtung zugeführten Lacksprühnebels eingestellt werden, bei welcher beispielsweise nahezu der gesamte von den beiden zu den Stirnflächen der Sonotrode und des Reflektorbauteils parallelen Ebenen sowie deren Verbindungsgeraden begrenzte Querschnitte mit Lacksprühnebel ausgefüllt ist.

Diese und andere Gestaltungsmerkmale der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Anhand der in der Figurenbeschreibung nebst Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen

- Fig. 1        Schrägansicht einer Anordnung zur Stehwellenzerstäubung mit einer Sonotrode und einem der Sonotrode diametral gegenüber angeordneten Reflektor und einer dazwischen eingeführten röhrenförmigen Lackzufuhreinrichtung;
- Fig. 2        Schrägansicht einer Anordnung zur Stehwellenzerstäubung entsprechend Fig. 1 mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Luftvorhangs;
- Fig. 2a       eine Anordnung gemäß Fig. 2 von der Seite,
- Fig. 2b       eine Anordnung gemäß Fig. 2 von unten;
- Fig. 3a       ein Luftverteiler zur Erzeugung eines Luftvorhanges in Schrägsicht;
- Fig. 3b       eine Anordnung gemäß Fig. 2a bei fehlerhafter Reinigungsluft;
- Fig. 3c       eine Anordnung gemäß Fig. 2a mit eingetragenen Parametern;
- Fig. 4a       eine Anordnung gemäß Fig. 2a mit einer ersten Düsenanordnung mit paralleler Luftführung;
- Fig. 4b       eine Anordnung gemäß Fig. 4a von unten;



- Fig. 4c eine Anordnung gemäß Fig. 2a mit einer ersten Düsenanordnung mit nach innen geneigter Luftführung;
- Fig. 4d eine Anordnung gemäß Fig. 4c von unten;
- Fig. 5a eine Anordnung gemäß Fig. 4a mit schwenk- und/oder verschiebbarer Luftführung,
- Fig. 5b eine Anordnung gemäß Fig. 5a von unten;
- Fig. 5c eine Anordnung gemäß Fig. 4c mit schwenk- und/oder verschiebbarer Luftführung;
- Fig. 5d eine Anordnung gemäß Fig. 5c von unten;
- Fig. 6a eine Anordnung gemäß Fig. 2a mit einer zweiten Düsenanordnung mit schwenk- und/oder verschiebbarer Lenkluftverteilern zur Erzeugung eines runden Sprühquerschnitts;
- Fig. 6b eine Anordnung gemäß Fig. 6a von unten;
- Fig. 6c eine Anordnung gemäß Fig. 2a mit einer zweiten Düsenanordnung mit schwenk- und/oder verschiebbarer Lenkluftverteilern zur Erzeugung eines ovalen Sprühquerschnitts;
- Fig. 6d eine Anordnung gemäß Fig. 6c von unten;
- Fig. 6e eine Seitenansicht eines Lenkluft-Leiters zur Erzeugung eines parallelen Lenkluftmantels;
- Fig. 6f eine Seitenansicht eines Lenkluft-Leiters zur Erzeugung eines aufgefächerten Lenkluftmantels;
- Fig. 7a-1 eine Anordnung gemäß Fig. 6a mit zusätzlichen seitlich angeordneten Lenkluftverteilern, deren Lenkluft nach außen gerichtet ist;
- Fig. 7a-2 eine Anordnung gemäß Fig. 7a-1 von unten;
- Fig. 7a-3 eine Anordnung gemäß Fig. 7a-1 von der Seite
- Fig. 7b-1 eine Anordnung gemäß Fig. 6a mit zusätzlichen seitlich angeordneten Lenkluftverteilern, deren Lenkluft nach innen gerichtet ist;
- Fig. 7b-2 eine Anordnung gemäß Fig. 7b-1 von unten;
- Fig. 7b-3 eine Anordnung gemäß Fig. 7b-1 von der Seite;
- Fig. 8a eine Anordnung gemäß Fig. 2 mit einer dritten Düsenanordnung mit segmentierten, variabel einstellbaren Lenkluftverteilern mit paralleler Lenkluftführung;
- Fig. 8b eine Anordnung gemäß Fig. 8a von unten;

- Fig. 8c eine Anordnung gemäß Fig. 2 mit einer dritten Düsenanordnung mit segmentierten, variabel einstellbaren Lenkluftverteilern mit versetzter Lenkluftführung;
- Fig. 8d eine Anordnung gemäß Fig. 8c von unten;
- Fig. 9a eine Anordnung gemäß Fig. 2 mit einer dritten Düsenanordnung mit segmentierten, variabel einstellbaren Lenkluftverteilern und mit zusätzlichen, seitlich angeordneten Lenkluftverteilern mit paralleler nach außen gerichteter Lenkluftführung zur Erzeugung eines länglich-ovalen Sprühfeldes;
- Fig. 9b eine Anordnung gemäß Fig. 9a von unten;
- Fig. 9c eine Anordnung gemäß Fig. 2 mit einer dritten Düsenanordnung mit segmentierten, variabel einstellbaren Lenkluftverteilern und mit zusätzlichen, seitlich angeordneten Lenkluftverteilern mit paralleler nach innen gerichteter Lenkluftführung zur Erzeugung eines rechteckförmigen Sprühfeldes;
- Fig. 9d eine Anordnung gemäß Fig. 9c von unten;
- Fig. 10a eine Anordnung gemäß Fig. 9a mit teilweise abgesperrter Zufuhr für seitliche Lenkluft;
- Fig. 10b eine Anordnung gemäß Fig. 10a von unten;
- Fig. 10c eine Anordnung gemäß Fig. 9a mit offener Zufuhr für seitliche Lenkluft;
- Fig. 10d eine Anordnung gemäß Fig. 10a von unten;
- Fig. 10e eine teilgeschlossene Drehsperre für Lenkluft im Querschnitt;
- Fig. 10f eine geöffnete Drehsperre für Lenkluft im Querschnitt;
- Fig. 11a ein schwenkbarer Lenkluftverteiler im Querschnitt entlang Schnittlinie C-D;
- Fig. 11b der Lenkluftverteiler gemäß Fig. 11a mit linearer Düsencharakteristik in Längsansicht;
- Fig. 11c ein schwenkbarer Lenkluftverteiler im Querschnitt entlang Schnittlinie E-F;
- Fig. 11b der Lenkluftverteiler gemäß Fig. 11a mit linearer Düsencharakteristik in Längsansicht;
- Fig. 11c ein schwenkbarer Lenkluftverteiler im Querschnitt entlang Schnittlinie E-F;
- Fig. 11d der Lenkluftverteiler gemäß Fig. 11c mit gekrümmter Düsencharakteristik in Längsansicht;

- Fig. 12 eine Anordnung gemäß Fig. 1 in Seitenansicht mit jeweils an der Sonotrode und an dem Reflektor angeordneten, in der Schallausbreitungsebene liegenden Düsen für Lenkluft und/oder für Reinigungsluft,
- Fig. 12a ein Ring mit Runddüsen zur Einfassung der Sonotrode;
- Fig. 12b ein Reflektor mit Runddüsen;
- Fig. 13a eine Anordnung gemäß Fig. 2 mit einem den Zwischenraum zwischen Sonotrode und Reflektor überdeckten Luftkasten für Lenk- und/oder Reinigungsluft mit verteilten Luftdüsen und mit 3 den Luftkasten durchdringenden, röhrenförmigen Lacksprühdüsen;
- Fig. 13b eine Anordnung gemäß Fig. 13a von unten;
- Fig. 13c eine Anordnung gemäß Fig. 2a mit einem den Zwischenraum zwischen Sonotrode und Reflektor überdeckenden Luftkasten für Lenk- und/oder Reinigungsluft mit einzelnen Luftdüsen und mit 3 den Luftkasten durchdringenden, röhrenförmigen Lacksprühdüsen;
- Fig. 13d eine Anordnung gemäß Fig. 13c von unten;
- Fig. 13e eine Variante mit nahe den Austrittsöffnungen der Lackdüsen angeordneten Nadeldüsen für Luft;
- Fig. 14a eine Anordnung gemäß Fig. 2 mit unterhalb in Strahlrichtung angeordneten Luftleitern für Lenkluft zur Nachbeschleunigung und Nachformung des Lacksprühkegels;
- Fig. 14b eine Variante zu der in Fig. 14a gezeigten Ausgestaltung.

In Fig. 1 ist das Grundprinzip für den Lackauftrag mittels Stehwellenzerstäubung anhand einer Anordnung 10 dargestellt, welche eine etwa kreiszylindrische Sonotrode 12 und einen etwa querschnittgleichen Reflektor 14 umfasst. Mittels der Sonotrode 12 werden Ultraschallwellen erzeugt, die an dem gegenüberliegenden Reflektor 14 zurückgeworfen werden, wobei der Abstand zwischen Sonotrode 12 und Reflektor 14 so bemessen ist, dass sich eine stehende US-Welle ausbildet, die den Zwischenraum 16 ausfüllt.

In den zwischen der Sonotrode 12 und dem Reflektor 14 gebildeten Raum 16 ragt das freie Ende einer röhrenförmigen Lackaustrittsdüse 18. Beim Austritt aus der Düse 18

bilden sich Lacklamellen 20, welche von dem dort befindlichen Ultraschall-Stehwellenfeld beaufschlagt und hierdurch zerstäubt werden.

Sofern keine zusätzliche Energie zugeführt wird, verharrt der so erzeugte Lacknebel in dem Zwischenraum 16 und schlägt sich auf den Stirnflächen von Sonotrode 12 und Reflektor 14 nieder.

In Fig. 2 ist die aus Fig. 1 bekannte Anordnung 10 um beiderseits der Lackdüse 18 angeordnete Luftverteiler 22 mit einer ersten Düsenanordnung von runden Luftdüsen 24 ergänzt. Die aus den Luftverteilern 22 zugeführte Luft bildet einen Luftvorhang 26, welcher die Stirnfläche von Sonotrode 12 und Reflektor 14 gegen den Lacknebel abschirmt und gleichzeitig für die Bildung eines in Luftströmungsrichtung weisenden Lacksprühkegel 28 sorgt.

Anhand der in Fig. 2a gezeigten Seitenansicht der vorbeschriebenen Anordnung 10 ist erkennbar, dass auf diese Weise mittels des Luftvorhanges 26 der Lacknebel zu einem Sprühkegel 28 geformt wird, der entsprechend der in Fig. 2b gezeigten Unteransicht einen ovalen Querschnitt aufweist.

In Fig. 3a bis 3c sind weitere Einzelheiten zu der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Luftverteiler 22 sowie der erforderliche Maßeinstellung für Durchmesser und Abstand der Luftdüsen 24 in bezug auf die Anordnung 10 von Sonotrode 12 und Reflektor 14 sowie der Lackdüse 18 gezeigt. Fig. A zeigt einen kastenförmigen Luftverteiler 22 mit entlang der Längsachse angeordneten Luftdüsen 26, welche über eine Luftzufuhr 23 gespeist werden.

Sonotrode und Reflektor vor der Benetzung durch den Lack bewahrt, indem Reinigungsluft zwischen Lacklamellen und Sonotrode bzw. Lamellen und Reflektor geleitet wird (Fig. 2). Ein geschlossener Ring für Reinigungs- bzw. Lenkluft wie bei der Hochrotationszerstäubung ist bei der Ultraschall-Stehwellenzerstäubung nicht zwingend erforderlich. Die von der Hochrotationszerstäubung bekannten aneinandergereihten Runddüsen haben den Vorteil, dass der Luftstrom weniger sensibel auf Fertigungstoleranzen reagiert als bei Schlitzdüsen und dass eine Minimierung des Luftver-

brauches möglich ist. Runddüsen sind technologisch auch einfacher herzustellen als Schlitzdüsen. Deshalb werden aneinandergereihte Runddüsen bevorzugt. In einigen Fällen können auch Schlitzdüsen sinnvoll sein.

Im einfachsten Fall kann der Luftvorhang zwischen Lamellen und Sonotrode bzw. Lamelle und Reflektor durch linear aneinandergereihte Runddüsen (Durchmesser ca. 0,5 bis 1 mm; Abstand einige mm) erzeugt werden, die sich in einem Luftverteiler (Kasten- oder Rohr-Form) befinden, dem an einer Stelle Luft zugeführt wird (Fig. 3a). Damit werden Sonotrode und Reflektor „gereinigt“ und zugleich wird die Form des Lacksprühnebels festgelegt.

Um zu verhindern, dass Teile des Sprühnebels zur Sonotrode bzw. zum Reflektor gelangen, dürfen die Bohrungen nur sehr kleine Abstände haben. Dadurch werden die Zonen des Luftvorhanges mit geringer Luftströmung, durch welche die Lacktropfen hindurchfliegen können, klein gehalten (Fig. 3b: I). Diese Zonen entstehen durch den kleinen Öffnungswinkel der einzelnen Runddüsen (ca.  $15^\circ$  bis  $20^\circ$ ).

Um zu verhindern, dass Lacktropfen zum Luftverteiler oder zum Lackröhrchen gelangen (Fig. 3b: II; III), weist der Luftvorhang bei seinem Eintritt in den Raum zwischen Reflektor und Sonotrode eine bestimmte Breite B auf (Fig. 3c). Dies ist dann gewährleistet, wenn der Abstand A des Luftaustritts von der Sonotroden- bzw. Reflektorkante groß genug ist.

Um einen kompakten Aufbau des Zerstäubers zu gewährleisten, sind zwei (oder mehrere) parallele Düsenreihen in einem Luftverteiler angeordnet (Fig. 4a). Dadurch wird die erforderliche Breite B des Luftvorhanges schon unmittelbar nach dem Luftaustritt erreicht, so dass der Abstand A des Luftvertailers minimal ist.

Die Runddüse der beiden Reihen sind dabei vorzugsweise versetzt angeordnet, um zu verhindern, dass Lacktröpfchen zur Sonotrode und zum Reflektor gelangen (Fig. 4a).

Werden die Düsenreihen gegeneinander geneigt in den Luftverteiler eingebracht, nimmt die Breite des Luftvorhangs im Zerstäubungsraum nur wenig zu (Fig. 4b). Diese Anordnung der Düsenreihen hat den Vorteil, dass die Form des Lacksprühkegels in

einem großen Bereich mit Hilfe der Reinigungsluft variiert werden kann, wenn die Luftverteiler drehbar und/oder verschiebbar vorgesehen sind (Fig. 5).

Bei getrennten Luftverteilern für die Reinigungsluft und für die Lenkluft verhindern die Reinigungs-Luftverteiler die Benetzung von Sonotrode und Reflektor. Die Lenkluftverteiler sind drehbar und/oder verschiebbar, so dass der Lacksprühnebel geformt werden kann (Fig. 6: linker Teil). Durch die separate Einstellung bzw. Veränderung von Reinigungsluft bzw. Lenkluft soll der Luftverbrauch weiter reduziert werden. Wenn die Luftverteiler jeweils nur eine Düsenreihe besitzen, werden die Düsen von Lenk- und Reinigungsluft versetzt angeordnet (Fig. 6: links unten). Die Auffächerung des Lenkluftvorhanges (Fig. 6f) unterstützt die ovale Form des Lacksprühkegels besser als ein Lenkluftvorhang mit paralleler Luftführung (Fig. 6e).

Durch seitliche Lenkluftverteiler (Fig. 7) sowie durch segmentierte Lenkluftverteiler (Fig. 8 und Fig. 9) ergeben sich weitere vorteilhafte Möglichkeiten zur Formung des Lacksprühkegels.

Wegen der ungleichen Verhältnisse an Sonotrode und Reflektor ist gegebenenfalls eine asymmetrische Einstellung bzw. Variation der Lage der Luftverteiler für Reinigungs- bzw. Lenkluft, des Luftdurchsatzes sowie der Düse (Durchmesser, Abstand, Neigung) erforderlich. Die Variation dieser Parameter kann auch abhängig von der Lage des Zerstäubers im Raum (bzgl. der Erdbeschleunigung) erfolgen.

Mittels einer drehbaren Sperre innerhalb eines Lenkluftverteilers bzw. Lenkluftverteilersegmentes (Fig. 10) können Düsenreihen oder einige Düsen zugeschaltet (abgeschaltet) werden, um damit den Lacksprühkegel zu verändern.

Unterschiedliche Lenkluftcharakteristika können auch erzielt werden, wenn die Lenkluftverteiler zwei oder mehrere Düsencharakteristika hat und drehbar in einem Magazin angeordnet ist (Fig. 11). Dieses Magazin hat eine genügend breite Öffnung, um die jeweils gewählte Düsenreihe (Fig. 11: A oder B) freizugeben. Die nicht benötigte Düsencharakteristik wird abgedichtet. Die Wahl der Düsencharakteristik A oder B erfolgt durch eine Drehung des Lenkluftverteilers um ca. 180°.

Um weitere Variationen zu ermöglichen, kann der Lenkluftverteiler soweit innerhalb des Magazins hin und her gedreht werde, bis die jeweilige Düsenreihe an die Ränder der Magazinöffnung gelangt. Dieser Bereich kann noch erweitert werden, wenn das Magazin verstellbar ist.

Die jeweilige Düsencharakteristik kann durch die Form der Düsenreihe (bzw. mehrerer Reihen) bestimmt werden (Fig. 11: z. B. Charakteristik B – gewölbt). Außerdem können Durchmesser, Abstand und Neigung der Düsen unterschiedlich sein. Um die Benetzung des Reflektors auch dann verhindern zu können, wenn dessen Abstand zum Lackröhrchen (Lacklamelle) klein ist und/oder wenn sehr große Lackraten gefordert sind (z.B. Förderung des Lackes in mehrere Schallschnellebäuche), wird über der gesamten Stirnfläche des Reflektors ein Luftpolster erzeugt (Fig. 12). Dies geschieht mittels Runddüsen, die gleichmäßig über die Stirnfläche verteilt sind (zum Beispiel Düsendurchmesser: 0,5 mm, Abstand: 1 - 2 mm). Anstelle vieler Bohrungen kann die Stirnfläche des Reflektors aus einem porösen, luftdurchlässigen Material bestehen. Dafür sind Sintermaterialien aus Glas oder Keramik (zum Beispiel sogenannte Fritten), aus Metall und Kunststoff geeignet.

Für eine Anordnung mit Luftpolster ist zusätzlich zumindest Lenkluft erforderlich, um den Lack aus dem Zerstäubungsraum zu Karosserie zu befördern. Gibt man den Bohrungen im Reflektor eine bestimmte Richtung, so dass unmittelbar an der Oberfläche des Reflektors eine Strömung schräg gegen die Lenkluft wirkt, entsteht ein besonders wirksames Luftpolster.

Auf die gleiche Art und Weise kann die Sonotrode mit einem Luftpolster versehen werden. Da diese aufgrund ihrer Schwingung weniger durch den Lack benetzt wird, und weil die Luftzufuhr in die Sonotrode aufgrund der Schwingung aufwendiger ist als im Reflektor, ist ein ringförmiges Luftpolster um die Sonotrode vorteilhaft (Fig. 12). Das mit diesem Ring erzeugte Luftpolster verhindert, dass Lack auf den Mantel der Sonotrode gelangt, von der er nicht durch Kapillarwellenzerstäubung entfernt wird. Auch hier ist zusätzlich zumindest Lenkluft erforderlich.

Gegebenenfalls reicht es aus, nur besonders durch Lackbenetzung gefährdete Bereiche des Reflektors mit Runddüsen zu versehen. Gleiches gilt für den Ring um die Sonotrode. Außerdem können Reflektor und Ring aus mehreren Segmenten bestehen, die jeweils gesondert mit Luft versorgt werden.

Bei der Förderung des Lackes in mehrere Schallschnellebäuche ist die Gefahr der Benetzung von Lackröhrchen und Lackverteiler groß (vergl. Fig. 3b: III). Um dies zu verhindern, wird auf der der Sprührichtung abgewandten Seite des Ultraschallzerstäubers ein Luftkasten angebracht, der die Lackröhrchen eng umschließt und eine breite Luftströmung erzeugt (Fig. 13a). Diese Luftströmung dient auch der über dem Querschnitt des Sprühkegels gleichmäßigen Beschleunigung der Lacktropfen zur Karosserie. Die Runddüsen sind ähnlich wie beim „Reflektor mit Luftpolster“ (vergl. Fig. 12) angeordnet oder es wird ebenfalls eine poröse Platte benutzt.

Wenn die Luftströmung einen Drall erhält, wirkt sich dies stabilisierend auf den Lacksprühkegel aus. Zu diesem Zweck sind die Runddüsen auf ringförmigen Bahnen und geneigt im Luftkasten angeordnet.

Unter Umständen reicht es aus, nur Runddüsen nahe der Lackröhrchen im Luftkasten anzuordnen (Fig. 13b).

Bei einer weiteren Variante sind Luftrohrchen im Luftkasten angebracht, die bis nahe an die Lacklamellen heranreichen (Fig. 13c). Diese stören das Ultraschallfeld nicht merklich und geben dem Lackspray nahe an seinem Entstehungsort die gewünschte Richtung.

Außerdem kann mit solchen Nadeldüsen verhindert werden, dass sich 2 benachbarte Lamellen gegenseitig ansprühen und es zur Wiedervereinigung von kleinen Tropfen und damit zur Entstehung großer Tropfen kommt.

Der Luftkasten kann aus mehreren Segmenten bestehen, die jeweils gesondert mit Luft versorgt werden.



Da mit möglichst wenig Reinigungs- und Lenkluft gearbeitet werden soll, ist unter Umständen eine Nachbeschleunigung des Lacksprays erforderlich. Zu diesem Zweck sind unterhalb von Sonotrode und Reflektor Lenkluftverteiler angeordnet (Fig. 14a). Damit ist auch eine nachträgliche Einengung oder Aufweitung des Lacksprühkegels möglich.

Der Raum zwischen Sonotrode und Reflektor ist so zu gestalten, dass keine Verwirbelung des Lacksprays auftreten. Dies soll durch ein trichterförmiges Element realisiert werden, das sich zur Öffnung hin erweitert („Trompete“) und in das die Sonotrode und der Reflektor derart integriert sind, dass keine Stolperkanten für die Störung entstehen. Die schwingende Sonotrode sollte durch einen schmalen Spalt vom Öffnungstrichter getrennt sein.

### Patentansprüche

1. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10) zur Erzeugung eines Lacksprühnebels zum Lackieren eines Werkstückes mit einer Sonotrode (1), mit einem der Sonotrode (16, 28, 38) gegenüberliegend angeordneten Bauteil (2), wobei sich beim Betrieb im Zwischenraum zwischen Sonotrode (1) und Bauteil (2) ein stehendes Ultraschallfeld ausbildet, und mit wenigstens einer Lackzufuhrvorrichtung, die den Lack an wenigstens einer Lackaustrittsstelle in den Zwischenraum für den Zerstäubungsvorgang einbringt,

dadurch gekennzeichnet, dass eine Luftversorgungsvorrichtung vorhanden ist, die mit wenigstens einer Luftverteilungsvorrichtung zusammenarbeitet, dass die Luftverteilungsvorrichtung eine Anzahl von Ausnehmungen hat, die zum Ausblasen von Luft dienen, und dass die Ausnehmungen so angeordnet sind, dass zwischen der wenigstens einen Lackaustrittsstelle und der Sonotrode sowie zwischen der wenigstens einen Lackaustrittsstelle und dem Bauteil wenigstens ein Bereich mit einer Sperr-Luftströmung ausgebildet ist, durch welche Luftströmung eine Benetzung der Sonotrode beziehungsweise des Bauteils mit Lack im wesentlichen vermieden ist.

2. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung ein kastenförmiger Hohlkörper oder ein entsprechendes Rohrstück ist.

3. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Luftverteilungsvorrichtungen vorhanden sind, durch die zwei voneinander unabhängige Sperr-Luftströmungen ausgebildet sind.

4. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung als Runddüsen ausgestaltet sind.

5. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung an einer Luftverteilungsvorrichtung in wenigstens einer Reihe angeordnet sind, dass die Ausnehmung in einer betrachteten Reihe entlang einer gedachten geraden Linie mit gleichen Abständen zueinander angeordnet sind, und dass durch jede Reihe eine Sperr-Luftströmung ausgebildet ist.

6. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung von der wenigstens einen Lackaustrittsstelle sowie von der Sonotrode beziehungsweise von dem Bauteil einen derartigen Abstand hat, dass die zur Vermeidung der Benetzung erforderliche Dicke der Luftströmung gegeben ist, und dass die Dicke empirisch ermittelbar ist.

7. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen an einer Luftverteilungsvorrichtung entlang wenigstens zweier gedachter geraden Linien angeordnet sind, dass die wenigstens zwei Linien parallel zueinander sind, und dass die Ausnehmungen einer der gedachten Linien, in Querrichtung zu den gedachten Linien gesehen, versetzt zu den Ausnehmungen wenigstens einer der anderen gedachten Linien angeordnet sind.

8. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen an einer Luftverteilungsvorrichtung entlang zweier gedachter geraden Linien angeordnet sind, dass die wenigstens zwei Linien parallel zueinander sind, und dass die durch die jeweiligen Reihen verursachten Sperr-Luftströmungen leicht gegeneinander gerichtet sind, so dass die Gesamtdicke der durch die einzelnen Sperr-Luftströmung gebildeten Gesamtsperrluftströmung, insbesondere im Zwischenraum vergleichsweise klein ist.

9. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Luftverteilungsvorrichtung zwecks

Beeinflussung der Form des Lacksprühkegels des zerstäubten Lackes verschiebbar und/oder schwenkbar ist, insbesondere schwenkbar um eine zu einer der gedachten Linie parallelen Schwenkachse.

10. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Lenkluftverteilungsvorrichtung vorhanden ist, die mit der wenigstens einen Luftversorgungsvorrichtung zusammenarbeitet, dass die Lenkluftverteilungsvorrichtung eine Anzahl von Durchlässen hat, die zum gerichteten Ausblasen von Luft dienen und die ausgeblasene Luft zur Beeinflussung der Form des zerstäubten Lackes wenigstens einen Bereich mit einer Lenk-Luftströmung ausgebildet.

11. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Lenkluftverteilungsvorrichtung ein kastenförmiger Hohlkörper oder ein entsprechendes Rohrstück ist.

12. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchlässe als Runddüsen ausgestaltet sind.

13. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Bereich der Lenkluftströmung durch eine entsprechende Anordnung der Durchlässe in etwa quaderförmige oder in etwa fächerförmig ist.

14. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchlässe einer Lenkluftverteilungsvorrichtung entlang wenigstens einer gedachten geraden Linie angeordnet sind, dass diese gedachte Linie zu der ebenfalls entlang einer weiteren gedachten Linie angeordneten Ausnehmung der der Lenkluftverteilungsvorrichtung zugeordneten Luftverteilungsvorrichtung parallel ist, und dass die Durchlässe, in

Querrichtung zu den gedachten Linien gesehen, versetzt zu den Ausnahmen angeordnet sind.

15. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche der Lenk-Luftströmungen, gegebenenfalls auch in Kombination mit den Bereichen der Sperr-Luftströmungen, eine tunnelartige, den zerstäubten Lach umfassenden Gesamtbereich einer Luftströmung bilden.

16. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Lenkluftverteilungsvorrichtung zwecks Beeinflussung der Form des Lacksprühkegels verschiebbar und/oder schwenkbar ist, insbesondere schwenkbar um die Längsachse der jeweiligen Lenkluftverteilungsvorrichtung.

17. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung und/oder die wenigstens eine Lenkluftverteilungseinrichtung jeweils in wenigstens zwei Segmentelemente unterteilt sind, dass jedes Segmentelement wenigstens eine Ausnehmung beziehungsweise einen Durchlass aufweist, und dass die Ausströmrichtung der Luft für jedes Segmentelement einer Luftverteilungseinrichtung beziehungsweise einer Lenkluftverteilungseinrichtung insbesondere durch deren Verschwenken separat einstellbar ist.

18. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Luftverteilungsvorrichtung beziehungsweise die wenigstens eine Lenkluftverteilungseinrichtung ein Sperrelement aufweist, welches Sperrelement wenigstens eine Ausnehmung beziehungsweise einen Durchlass zur Beeinflussung des Ausströmens von Luft versperrt oder freigibt.

19. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Sperrelement als Drehsperre ausgestaltet ist.

20. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Lenkluftverteilungsvorrichtung ein Lenkluftelement aufweist, welches in einem Halteelement schwenkbar gelagert ist, dass wenigstens zwei verschiedene Anordnungen von Durchbrüchen auf dem Lenkluftverteilerelement angeordnet sind, dass jede Anordnung von Durchbrüchen als Bereich mit einer definierten Lenk-Luftströmung ausgebildet ist und dass in Abhängigkeit der Schwenkstellung des betreffenden Lenkluftverteilerelements das Ausströmen von Luft freigegeben ist.

21. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement um die Drehachse des Lenkluftverteilerelements schwenkbar ist.

22. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement eine Durchlassstelle aufweist, innerhalb der eine freigegebene Anordnung von Durchbrüchen zu Verstellzwecken bewegbar ist.

23. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Verteilerelement vorgesehen ist, das mit der Luftversorgungsvorrichtung zusammenarbeitet, dass das erste Verteilerelement die Sonotrode oder/und das Bauteil umgreift, und dass an dem Verteilerelement erste Durchlässe angeordnet sind, durch die gerichtet Luft ausblasbar ist, und dass die gerichtete Luft zur Ausbildung eines Luftpolsters zwischen der zum Zwischenraum weisenden Stirnfläche der Sonotrode beziehungsweise des Bauteils und der wenigstens einen Lackaustrittsstelle dient.

24. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil und/oder die Sonotrode mit der Luftversorgungsvorrichtung zusammenarbeitet, dass an dem Bauteil beziehungsweise

an der Sonotrode zweite Durchlässe angeordnet sind, durch welche Luft gerichtet ausströmt, und dass die gerichtet ausströmende Luft zur Ausbildung eines Luftpolsters zwischen der zum Zwischenraum weisenden Stirnfläche des Bauteils und der wenigstens einen Lackaustrittsstelle dient.

25. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der Ansprüche 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Verteilelemente in Segmente unterteilt sind, die jeweils separat mit Luft versorgt sind.

26. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Verteilelement auf der entgegen der Sprühhichtung des zerstäubten Lackes gelegenen Seite des Zwischenraumes angeordnet ist, dass das zweite Verteilelement zur Erzeugung einer Luftströmung dient, die den zerstäubten Lack im Nahbereich der wenigstens einen Lackaustrittsstelle vollständig umschließt und wenigstens teilweise mitträgt.

27. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Profil der Luftströmung durch die Anordnung und Ausrichtung von Durchbrüchen auf der, der wenigstens einen Lackaustrittsstelle zugewandten Seite des zweiten Verteilelements einstellbar ist.

28. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftströmung einen Drall um die Längsrichtung der Sprühhichtung aufweist, welcher Drall den betreffenden Luftstrom stabilisiert.

29. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Nahbereich der wenigstens einen Lackaustrittsstelle die freien Enden von Rohrstücken angeordnet sind, durch welche Rohrstücke Luft gerichtet ausströmt, und dass die ausströmende Luft eine Rekombination von zerstäubten Lack von verschiedenen Lacklamellen weitgehend verhindert.

30. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Einrichtung zur Luftverteilung in Lacksprührichtung unterhalb des Zwischenraums angeordnet sind, und dass die Luftverteilungseinrichtung den Sprühkegel des zerstäubten Lackes räumlich nach der Zerstäubungsphase im Zwischenraum nachformt und bedarfsweise die Lackpartikel beschleunigt.



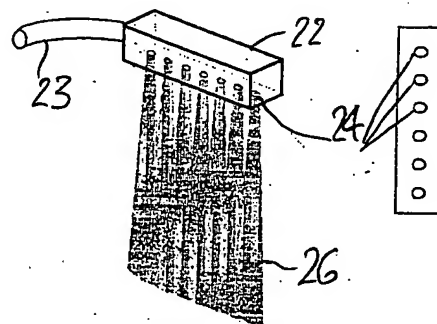
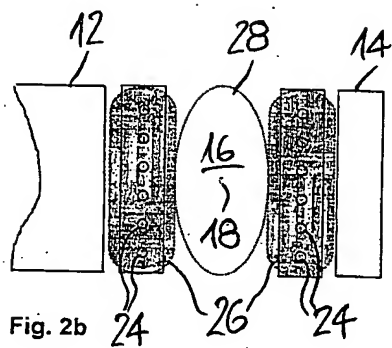
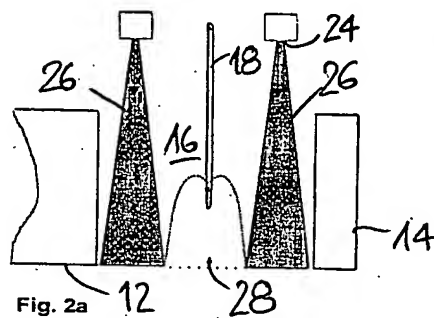
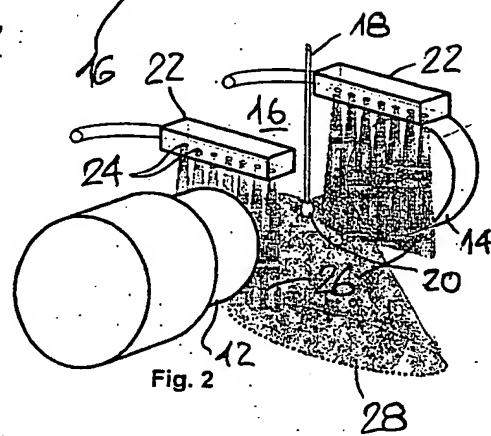
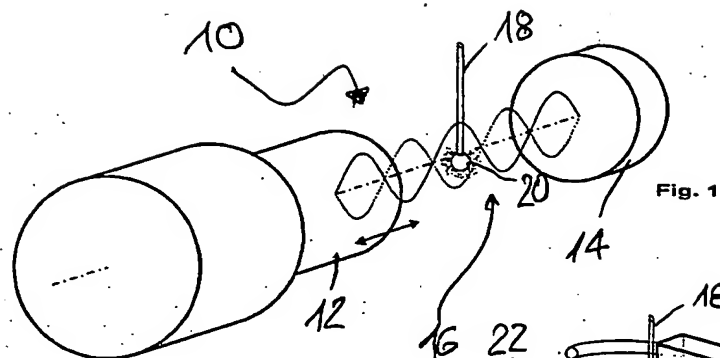
Ultraschall-Stehwellen-ZerstäuberanordnungZusammenfassung

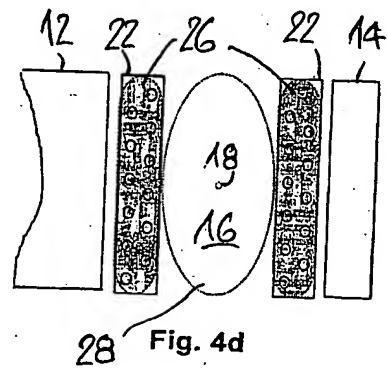
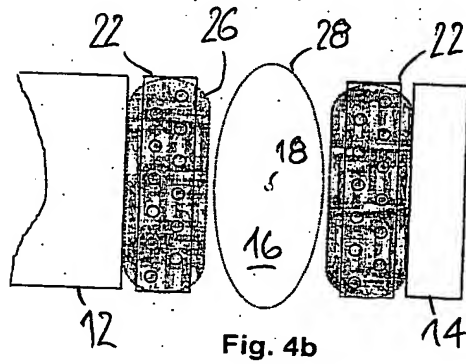
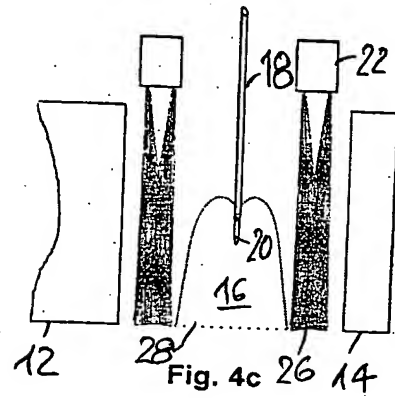
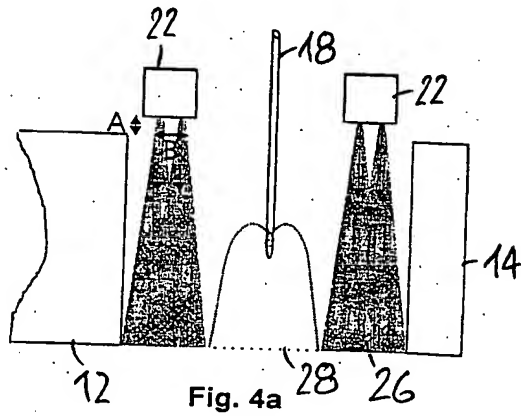
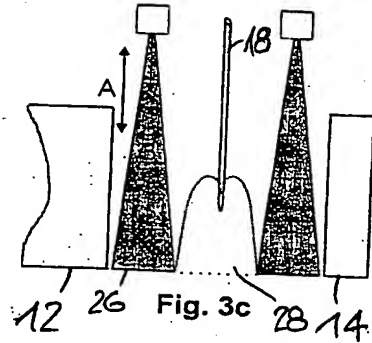
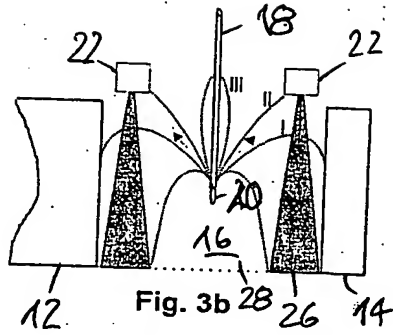
Die Erfindung betrifft eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10) zur Erzeugung eines Lack-Sprühnnebels zum Lackieren eines Werkstückes mit einer Sonotrode (1), mit einem der Sonotrode (16, 28, 38) gegenüberliegend angeordneten Bauteil (2), wobei sich beim Betrieb im Zwischenraum zwischen Sonotrode (1) und Bauteil (2) ein stehendes Ultraschallfeld ausbildet, und mit wenigstens einer Lackzufuhrvorrichtung, die den Lack an wenigstens einer Lackaustrittsstelle in den Zwischenraum für den Zerstäubungsvorgang einbringt, wobei eine Luftversorgungsvorrichtung vorhanden ist, die mit wenigstens einer Luftverteilungsvorrichtung zusammenarbeitet, welche die Luftverteilungsvorrichtung eine Anzahl von Ausnehmungen hat, die zum Ausblasen von Luft dienen, wobei die Ausnehmungen so angeordnet sind, dass zwischen der wenigstens einen Lackaustrittsstelle und der Sonotrode sowie zwischen der wenigstens einen Lackaustrittsstelle und dem Bauteil wenigstens ein Bereich mit einer Sperr-Luftströmung ausgebildet ist, durch welche Luftströmung eine Benetzung der Sonotrode beziehungsweise des Bauteils mit Lack im wesentlichen vermieden ist.

Signifikante Fig.: Fig.1

Bezugszeichenliste

10	Stehwellen-Anordnung
12	Sonotrode
14	Reflektor
16	Raum (dazwischen)
18	Lackdüse
20	Lacklamelle
22	Luftverteiler
23	Luftzufuhr
24	Luftdüse
26	Luftvorhang
28	Sprühkegel





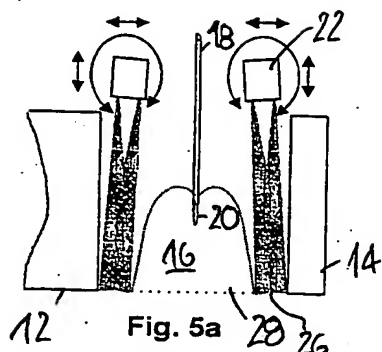


Fig. 5a

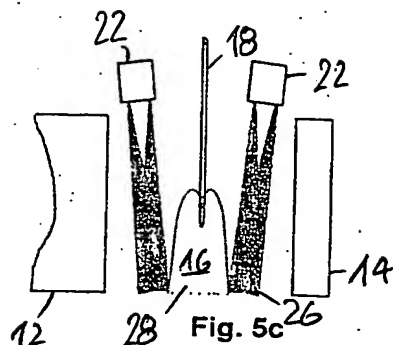


Fig. 5c

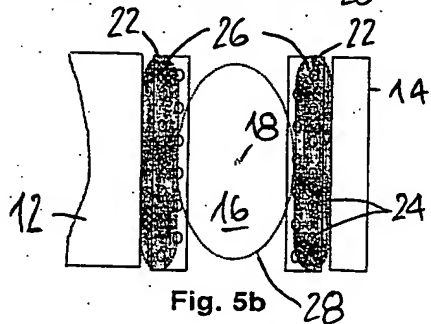


Fig. 5b

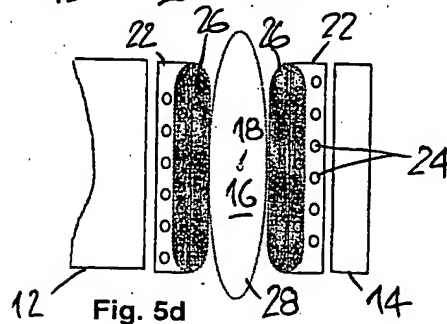


Fig. 5d

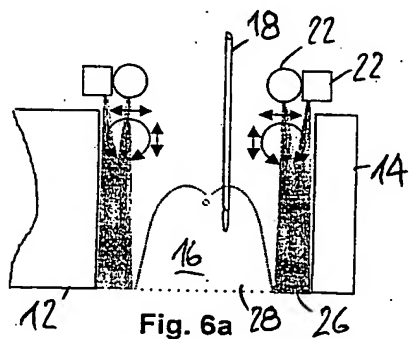


Fig. 6a

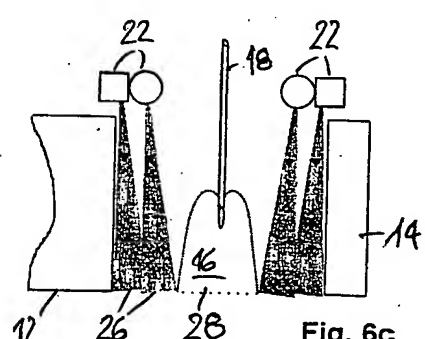


Fig. 6c

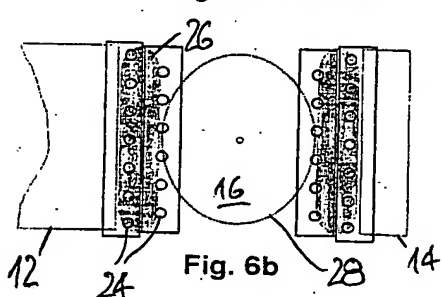


Fig. 6b

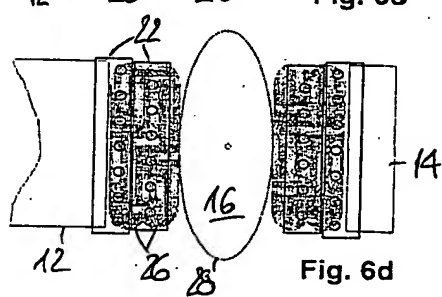
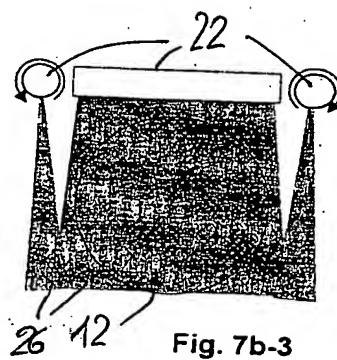
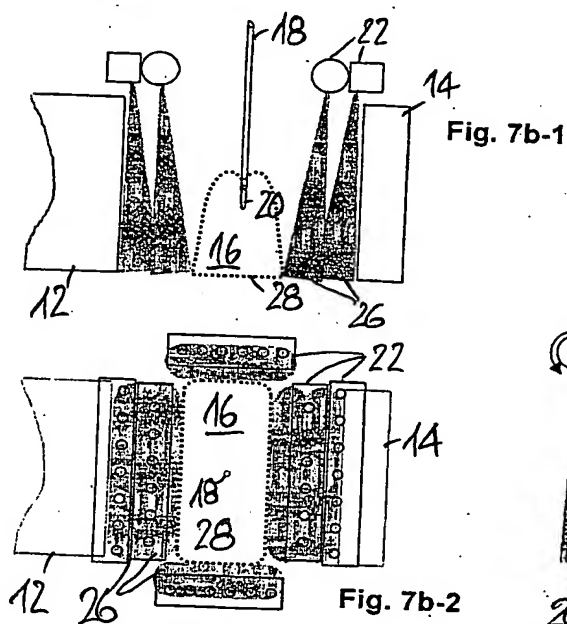
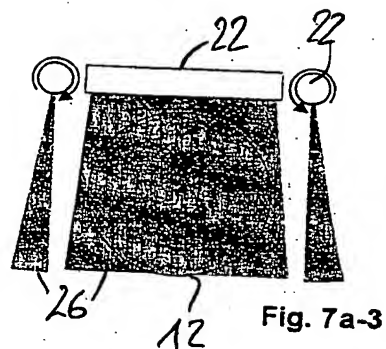
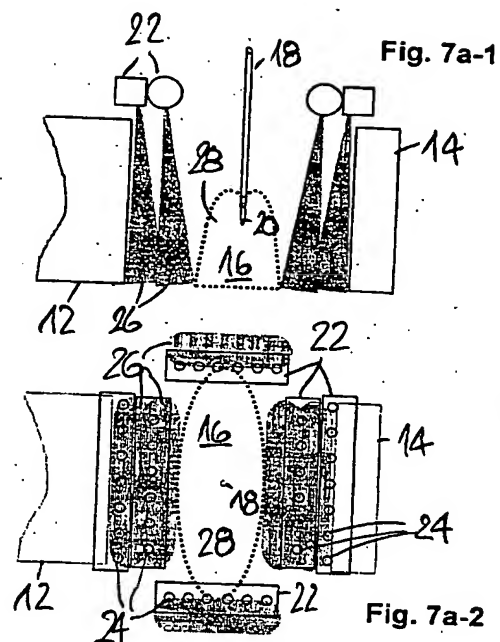


Fig. 6d



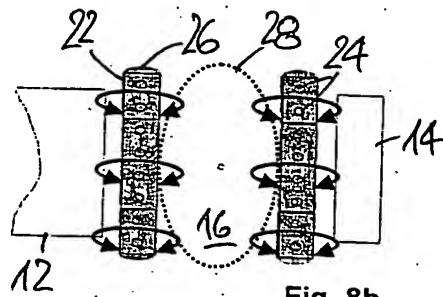


Fig. 8b

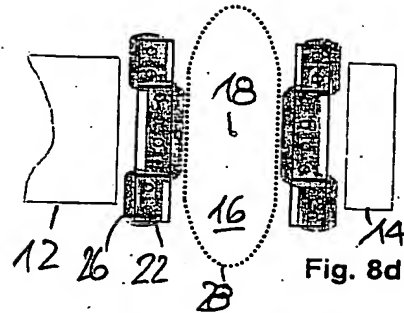


Fig. 8d

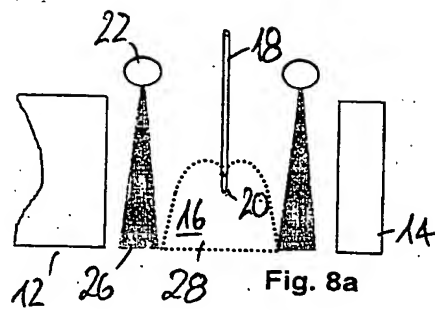


Fig. 8a

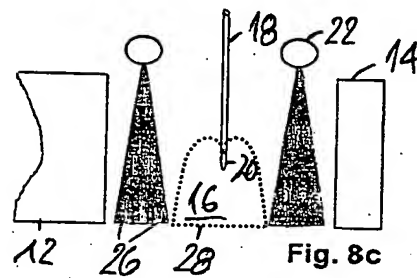


Fig. 8c

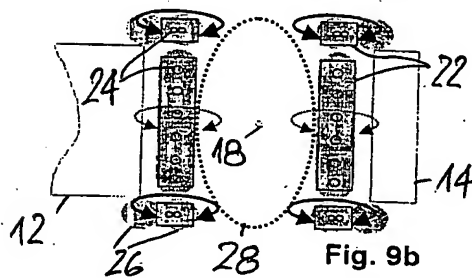


Fig. 9b

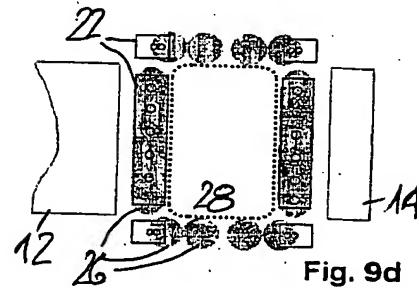


Fig. 9d

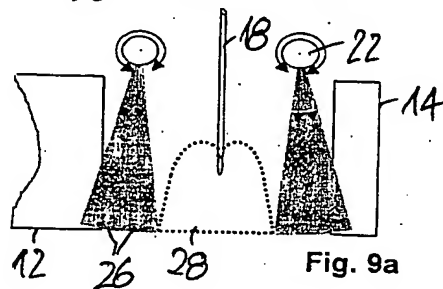


Fig. 9a

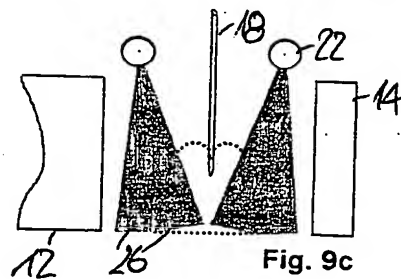
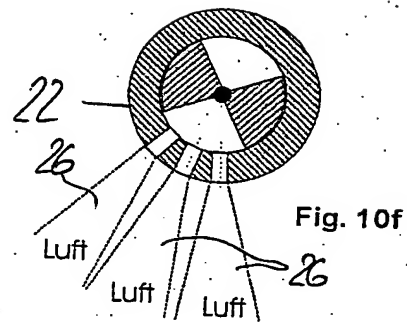
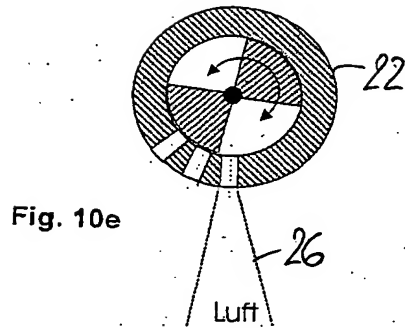
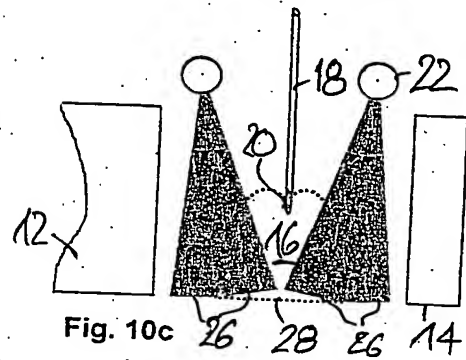
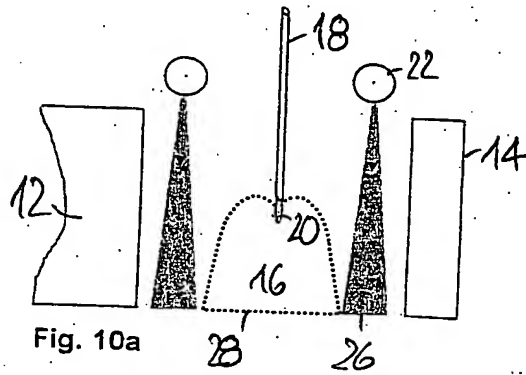
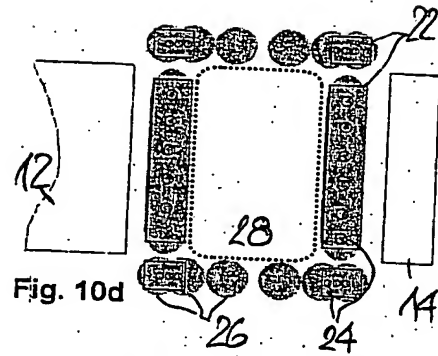
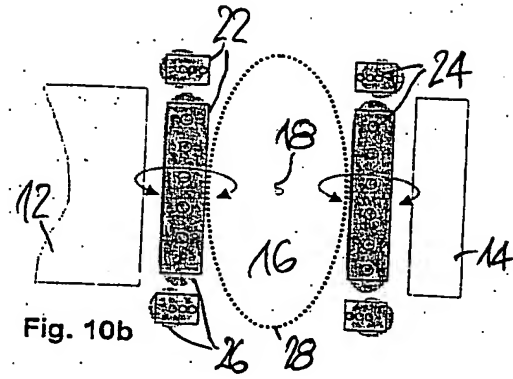
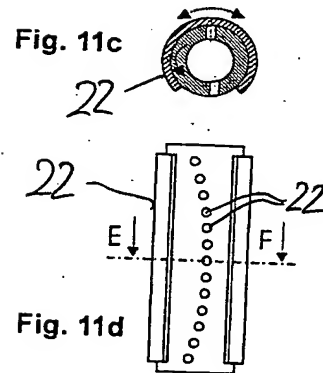
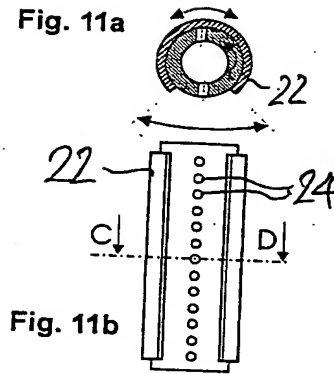
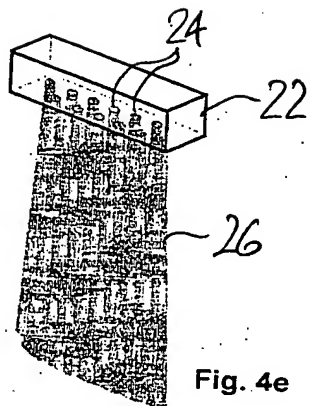
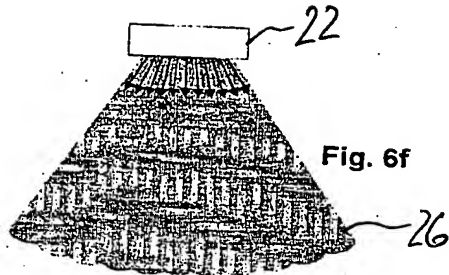
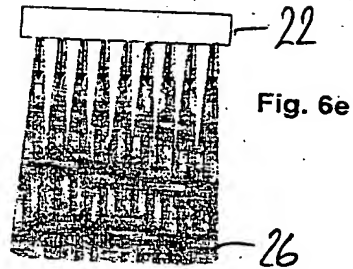


Fig. 9c







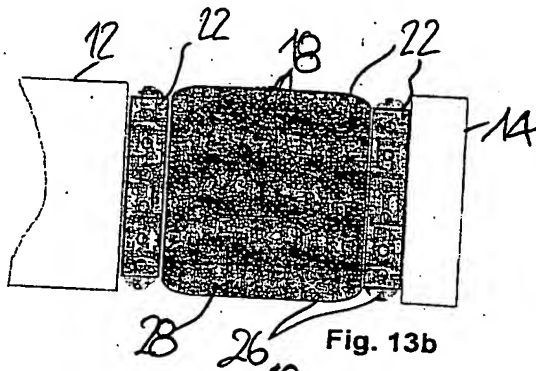


Fig. 13b

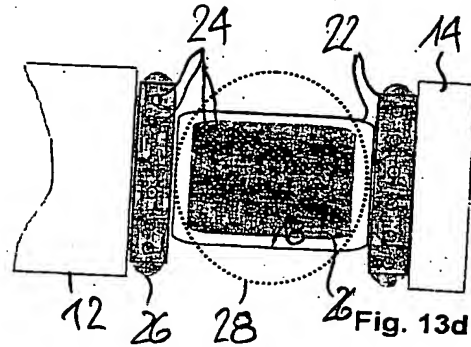


Fig. 13d

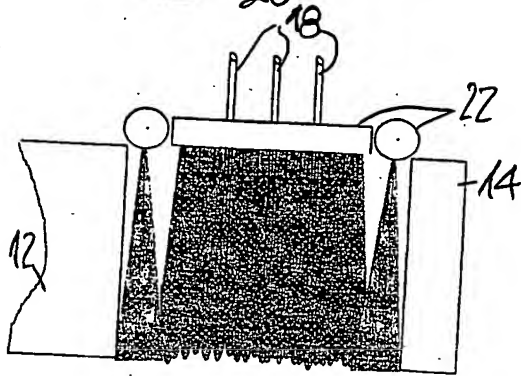


Fig. 13a

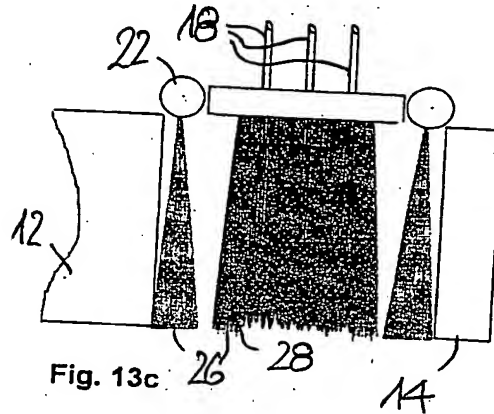


Fig. 13c

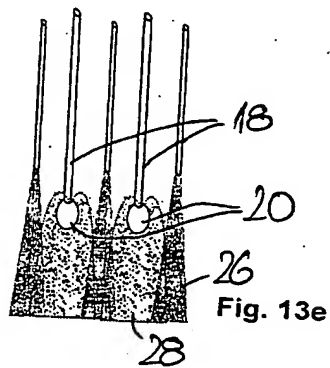


Fig. 13e

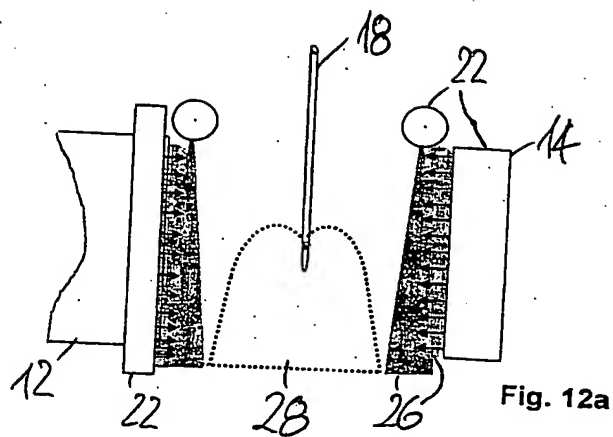


Fig. 12a

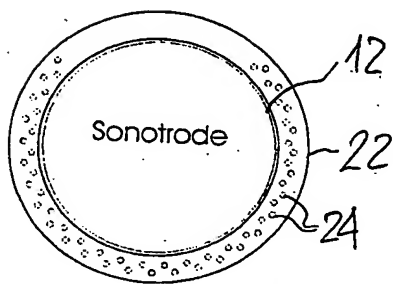


Fig. 12b

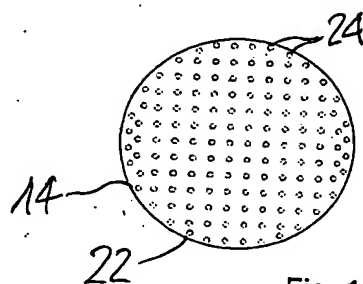


Fig. 12c

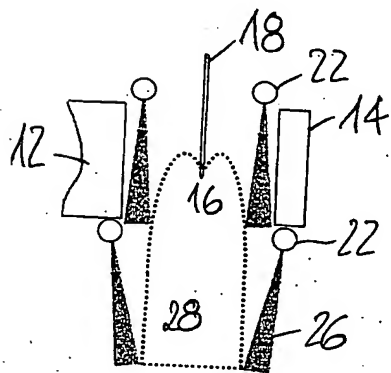


Fig. 14a

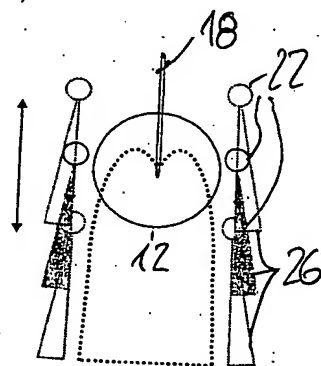


Fig. 14b

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/005866

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B05B17/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 2004/048001 A (GOERGES UWE ; STAUCH GERT (DE); ABB PATENT GMBH (DE); BOERNER GUNTER ( ) 10 June 2004 (2004-06-10) page 10, lines 7-10; claim 10	1
X	DE 43 28 088 A (GOLDSCHMIDT ARTUR PROF DR ; HOHMANN GUENTER DIPL CHEM (DE); BAUCKHAGE) 23 February 1995 (1995-02-23) column 3, line 50 - column 4, line 11; figures 2,3	1
X	US 5 164 198 A (SCHRECKENBERG PETER ET AL) 17 November 1992 (1992-11-17) column 2, lines 29-35; figures 1,4,5	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 September 2004

Date of mailing of the international search report

20/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2260 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Innecken, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/005866

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004048001	A	10-06-2004	DE 10252437 A1	27-05-2004
			WO 2004048001 A1	10-06-2004
DE 4328088	A	23-02-1995	DE 4328088 A1	23-02-1995
US 5164198	A	17-11-1992	DE 3735787 A1	30-03-1989
			AT 61261 T	15-03-1991
			DE 3861942 D1	11-04-1991
			EP 0308933 A1	29-03-1989
			JP 1301810 A	06-12-1989

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**